

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXIII.

dere Nichtleiter der voltaschen Elektricität ¹⁾. Die ersten hängen, was ihre Zersetzbarkeit betrifft, nicht bloß von der Natur ihrer Bestandtheile ab (denn aus denselben zwei Elementen können Körper gebildet werden, von denen einer zu der ersten und der andere zu der zweiten Klasse gehört (697)), sondern wahrscheinlich auch von dem Verhältniß derselben. Es ist ferner merkwürdig, daß mit sehr wenigen, vielleicht gar keinen Ausnahmen (414. 691), diese zersetzbaren Körper genau diejenigen sind, welche von dem früher von mir beschriebenen (394) merkwürdigen Gesetz der Leitung beherrscht werden; denn dieses Gesetz erstreckt sich nicht auf die vielen schmelzbaren zusammengesetzten Substanzen, die von dieser Klasse ausgeschlossen sind. Ich schlage daher vor, die Körper dieser Klasse *Elektrolyte* (664) zu nennen.

824) Ferner bilden die Substanzen, in welche diese unter dem Einfluß des elektrischen Stroms zerfallen, eine außerordentlich wichtige allgemeine Klasse. Sie sind verbindbare Körper, stehen in directer Beziehung zu den Fundamentalsätzen der Lehre von der chemischen Verwandtschaft, und jeder derselben wird während der elektrolytischen Action in einem festen Verhältnisse entwickelt. Als Benennungen habe ich vorgeschlagen für diese Körper im Allgemeinen: *Ionen*, und im besonderen, je nachdem sie an der *Anode* oder *Kathode* erscheinen: *Anionen* und *Kationen*, und für die relativen Mengen, in denen sie entwickelt werden: *elektro-chemische Äquivalente*. Wasserstoff, Sauerstoff, Chlör, Jod, Blei und Zinn sind *Ionen*, die drei ersten sind *Anionen*, die bei-

1) Unter voltascher Elektricität verstehe ich hier bloß eine Elektricität aus sehr ergiebiger Quelle und von sehr geringer Intensität.

den Metalle *Kationen*, und 1, 8, 36, 125, 104, 58 sind nahe ihre *elektro-chemischen Aequivalente*.

825) Eine Uebersicht von gewissen bereits ausgemittelten Punkten in Betreff der *Elektrolyte*, *Ionen* und *elektro-chemischen Aequivalenten* lässt sich in folgender allgemeinen Form von Propositionen geben, ohne, wie ich hoffe, einen merklichen Fehler einzuschließen.

826) I. Ein einzelnes, d. h. mit einem anderen nicht verbundenes *Ion* hat keine Neigung zu dieser oder jener Elektrode zu gehen, und verhält sich vollkommen indifferent gegen den durchgehenden Strom, sobald es nicht selbst eine Verbindung elementarer *Ionen* ist, und so einer wirklichen Zersetzung unterliegt. Auf diese Thatsache ist größtentheils der Beweis gegründet, den ich zu Gunsten der neuen Theorie der elektro-chemischen Zersetzung beigebracht, und in einer früheren Reihe dieser Untersuchungen aufgestellt habe (518 etc.).

827) II. Wenn ein *Ion* im richtigen Verhältnisse (697) verbunden ist mit einem andern, ihm in seinen gewöhnlichen chemischen Beziehungen sehr entgegengesetzten, d. h. wenn ein *Anion* verbunden ist mit einem *Kation*, so werden beide wandern, das eine zu der *Anode*, das andere zu der *Kathode* des in Zersetzung begriffenen Körpers (530, 542, 547).

828) III. Wenn daher ein *Ion* zu einer der Elektroden geht, muß auch ein anderes *Ion* gleichzeitig zu der andern Elektrode gehen, wiewohl es, wegen secundärer Action, vielleicht nicht zum Vorschein kommt (743).

829) IV. Ein direct durch den elektrischen Strom zersetzbarer Körper, d. h. ein *Elektrolyt*, muß aus zwei *Ionen* bestehen und diese also bei dem Act der Zersetzung ausgehen.

830) V. Unter Körpern, aus denselben zwei *Ionen* zusammengesetzt, giebt es nur Einen *Elektrolyten*, wenigstens scheint es nur Einen zu geben gemäß dem Gesetz (697), daß die elementaren *Ionen* nur in gleich

viel electro-chemischen Aequivalenten und nicht in Multiplis derselben zu den Elektroden gehen können.

831) VI. Ein für sich nicht zersetzbarer Körper, wie Borsäure, wird auch in einer Verbindung nicht direct durch den elektrischen Strom zersetzt (780). Er kann als ein *Ion* wirken, kann als Ganzes zu der *Anode* oder *Kathode* gehen, giebt aber nicht seine Elemente aus, ausgenommen zufällig durch eine secundäre Action. Vielleicht ist es überflüssig zu bemerken, daß dieser Satz keine Beziehung hat zu dergleichen Körpern wie das Wasser, welche durch die Anwesenheit anderer Körper bessere Elektricitätsleiter, und darum leichter zersetzt werden.

832) VII. Die Natur der Substanz, aus welcher die Elektrode besteht, vorausgesetzt nur, daß sie leitend sey, bewirkt keine Verschiedenheit in der elektro-chemischen Action, weder in deren Art noch deren Grad (807. 819); aber einen starken Einfluß hat sie, vermöge secundärer Action (744) auf den Zustand, in welchem die *Ionen* zuletzt erscheinen. Aus diesem Satze kann man einen Vortheil ziehen, indem man solche *Ionen*, die im freien Zustand unbehandelbar seyn würden ¹⁾, im verbundenen auffängt.

833) VIII. Eine Substanz, welche, als Elektrode angewandt, sich ganz mit dem an ihr entwickelten *Ion* zu verbinden vermag, ist, glaube ich, auch ein *Ion*, und verbindet sich in dergleichen Fällen in der durch ihr elektro-chemisches Aequivalent vorgestellten Menge. Alle von mir angestellten Versuche stimmen mit dieser Ansicht, und sie erscheint mir gegenwärtig als eine nothwendige

1) Oft können die angewandten Elektroden von solcher Natur seyn, daß sie mit der Flüssigkeit, in welche sie eingetaucht sind, einen elektrischen Strom hervorbringen, entweder von gleicher oder entgegengesetzter Richtung mit dem der voltaischen Batterie, wodurch oder durch eine directe chemische Action die dann die Resultate bedeutend trüben. Mitten unter allen diesen störenden Einwirkungen bringt indeß der elektrische Strom, welcher in irgend einer Richtung durch den zersetzt werdenden Körper geht, seine eigene bestimmte elektrolytische Action hervor.

Folgerung aus denselben. Ob sich aus den secundären Actionen, wo das Ion zwar nicht auf die Substanz der Elektrode, wohl aber auf die umgebende Flüssigkeit einwirkt (744), dieselbe Folgerung ergebe, erfordert zu seiner Entscheidung eine ausgedehntere Untersuchung.

834) IX. Zusammengesetzte *Ionen* sind nicht nothwendig zusammengesetzt aus elektro-chemischen Aequivalenten einfacher *Ionen*. Schwefelsäure, Borsäure, Phosphorsäure z. B. sind *Ionen*, aber keine *Elektrolyte*, d. h. sind nicht aus elektro-chemischen Aequivalenten einfacher *Ionen* zusammengesetzt.

835) X. Elektro-chemische Aequivalente sind immer übereinstimmend, d. h. die nämliche Zahl, welche das Aequivalent der Substanz *A* vorstellt, wenn diese von der Substanz *B* getrennt wird, stellt auch dasselbe vor, wenn *A* von *C* getrennt wird. So ist 8 das elektro-chemische Aequivalent des Sauerstoffs, wenn er vom Wasserstoff oder Zinn oder Blei abgeschieden wird, und eben so ist 103,5 das elektro-chemische Aequivalent des Bleis, dies mag vom Sauerstoff, oder Chlor oder Jod getrennt werden.

836) XI. Die elektro-chemischen Aequivalente sind den gewöhnlichen chemischen gleich.

837) Durch den Versuch und die vorübergehenden Sätze kann man auf verschiedene Weisen zur Kenntniss der *Ionen* und ihrer elektro-chemischen Aequivalente gelangen.

838) Zunächst können sie direct bestimmt werden, wie es in vielen bereits angeführten Versuchen mit dem Wasserstoff, Sauerstoff, Blei und Zinn geschehen ist.

839) Dann lässt sich aus den Sätzen II und III die Kenntniss vieler anderer *Ionen* und auch deren Aequivalente ableiten. Als bei Zersetzung von Bleichlorid Platin angewandt wurde (395) konnte kein Zweifel mehr darüber obwalten, dass das Chlor zur *Anode* ging, wiewohl es sich mit dem Platin daselbst verband; denn wenn

die positive Elektrode von Graphit war (794) entwickelte es sich daselbst im freien Zustande. Eben so konnte es in keinem der Fälle zweifelhaft bleiben, daß nicht für jede 103,5 Th. Blei, die sich an der *Kathode* ausschieden, 36 Th. Chlor an der *Anode* entwickelt wurden, denn das übriggebliebene Bleichlorid war unverändert. So auch wenn in einer Metalllösung ein Volum Sauerstoff oder eine so viel Sauerstoff enthaltende secundäre Verbindung an der *Anode* erschien, konnte kein Zweifel darüber entstehen, daß nicht zwei Volume Wasserstoff zur *Kathode* übergegangen waren, wenn sie auch, vermöge einer secundären Action, zur Reduction der Oxyde von Blei, Kupfer oder anderen Metallen verwandt worden waren. Auf diese Weise lernen wir aus den in diesen Abhandlungen beschriebenen Versuchen, daß Chlor, Jod, Brom, Fluor, Calcium, Kalium, Strontium, Magnesium, Mangan u. s. w. *Ionen* sind, und daß ihre *elektro-chemischen Aequivalente* gleich sind den *gewöhnlichen chemischen*.

840) Die Sätze IV und V erweitern unsere Mittel Belehrung einzusammeln. Denn wenn ein Körper von bekannter chemischer Zusammensetzung sich zersetzbar erweist, und die Natur der an einer der Elektroden als primäres oder selbst secundäres Resultat (743. 777) ausgeschiedenen Substanz bestimmt worden ist, läßt sich das elektro-chemische Aequivalent dieses Körpers aus der bekannten festen Zusammensetzung der ausgeschiedenen Substanz herleiten. Wenn so z. B. geschmolzenes Zinnchlorür durch den voltaschen Strom zersetzt wird (804), kann daraus geschlossen werden, daß beide, Jod und Zinn, *Ionen* sind, und daß die verhältnißmäßigen Mengen, in welchen sie sich in der geschmolzenen Verbindung vereinigt befanden, ihre elektro-chemischen Aequivalente ausdrücken. Ferner läßt sich folgern, daß das geschmolzene Jodkalium (805) ein Elektrolyt ist, und daß die chemischen Aequivalente auch die elektro-chemischen sind.

841) Der Satz VIII, einer ausführlichen Experimental-Untersuchung unterworfen, wird nicht bloß die durch Anwendung der übrigen Sätze erhaltenen Resultate bestätigen helfen, sondern auch reichliche Belehrung über die aus ihm selbst fließenden geben.

842) In vielen Fällen werden die *secundären Resultate*, entstanden durch Einwirkung des ausgeschiedenen *Ions* auf die in der umgebenden Flüssigkeit oder Lösung enthaltenen Substanzen, das elektro-chemische Aequivalent liefern. So ward aus einer Lösung von essigsauerm Blei, und, so weit ich untersucht habe, auch aus anderen Oxydulsalz-Lösungen, die der reducirenden Wirkung des an der *Kathode* in Entstehung begriffenen Wasserstoffs ausgesetzt waren, das Metall in gleicher Menge gefällt, wie wenn es ein primäres Educt gewesen wäre (vorausgesetzt nur, daß kein freier Wasserstoff entwich), und es gab daher genau die Zahl, welche das elektro-chemische Aequivalent desselben vorstellt.

843) In Folge dieses Satzes können secundäre Resultate zuweilen als Messer des volta-elektrischen Stroms benutzt werden (706. 740); doch giebt es nicht viele Metalllösungen, die diesem Bahufe wohl entsprechen; denn wenn das Metall nicht leicht fällbar ist, wird Wasserstoff an der *Kathode* entwickelt und dadurch das Ergebnis fehlerhaft. Wenn an der *Anode* ein lösliches Oxyd (*peroxide*) gebildet wird, oder wenn das gefällte Metall quer durch die Lösung krystallisirt und die positive Elektrode berührt, werden ähnliche fehlerhafte Resultate erhalten. Ich glaube, daß die Lösungen einiger vegetabilischen Salze, wie die von essigsauerm Quecksilber- oder Zinkoxyd für obigen Zweck geeignet seyn werden.

844) Nach den ersten Versuchen zur Feststellung der bestimmten chemischen Action der Elektrizität, habe ich nicht angestanden, die directeren Resultate der chemischen Analyse auf die Berichtigung der als elektrolytische Resultate erhaltenen Zahlen anzuwenden. Diefs läßt

sich offenbar in vielen Fällen thun, ohne sich gegen die Strenge wissenschaftlicher Untersuchung zu viel Freiheit herauszunehmen. Die Reihe der Zahlen, welche die elektro-chemischen Aequivalente vorstellen, bleiben nothwendig, wie die gewöhnlichen Aequivalente chemisch wirkender Körper, einer beständigen Berichtigung durch den Versuch und durch vernünftige Schlüsse unterworfen.

845) Ich gebe die folgende kurze Tafel von Ionen und ihren elektro-chemischen Aequivalenten mehr als Beispiel eines ersten Versuchs, denn als eine Abhülle des sehr schnell merkbaren Mangels einer vollständigen und vollkommenen Uebersicht dieser Klasse von Körpern. In Betracht des außerordentlichen Nutzens einer solchen (vorausgesetzt wohl entworfenen) Tafel für die Entwicklung der innigen Beziehung der gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft zu den elektrischen Actionen und für die Identificirung beider, nicht nach bloßer Phantasie, sondern durch überzeugende Gründe, mag es erlaubt seyn, die Hoffnung auszusprechen, daß die Bemühung immer darauf gerichtet seyn möge, sie zu einer Tafel von *wirklichen* und nicht *hypothetischen* elektro-chemischen Aequivalenten zu machen; denn sonst übersehen wir die Thatsachen und verlieren die direct auf unserem Wege liegenden Kenntnisse ganz aus dem Auge und Gedächtniß.

846) Die folgenden Aequivalenten Zahlen behaupten nicht genau zu seyn; sie sind fast sämmtlich aus den chemischen Resultaten anderer Naturforscher entnommen, zu denen ich in diesem Bezuge mehr Zutrauen als zu mir selbst setze.

847) Tafel über die Ionen:

Anionen.		
Sauerstoff	8	Selensäure 64
Chlor	35,5	Salpetersäure 54
Jod	126	Chlorsäure 75,5
Brom	78,3	Phosphorsäure 35,7
Fluor	18,7	Kohlensäure 22
Cyan	26	Borsäure 24
Schwefelsäure	40	Essigsäure 51
Kationen.		
Wasserstoff	1	Kupfer 31,6
Kalium	39,2	Kadmium 55,8
Natrium	23,3	Cerium 46
Lithium	10	Kobalt 29,5
Barium	68,7	Nickel 29,5
Strontium	43,8	Antimon 64,6 ?
Calcium	20,5	Wismuth 71
Magnesium	12,7	Quecksilber 200
Mangan	27,7	Silber 108
Zink	32,5	Platin 98,6 ?
Zinn	57,9	Gold (?)
Blei	103,5	— —
Eisen	28	Ammoniak 17
		Weinsäure 66
		Citronensäure 58
		Kleesäure 36
		Schwefel (?) 16
		Selen (?)
		Schwefelcyan
		Kali 47,2
		Natron 31,3
		Lithion 18
		Baryt 76,7
		Strontian 51,8
		Kalk 28,5
		Talkerde 20,7
		Thonerde (?)
		Oxydule überhpt.
		Chinin 171,6
		Cinchonin 160
		Morphin 290
		Pflanzenbasen
		überhaupt.

848) Diese Tafel könnte ferner in Gruppen solcher Substanzen angeordnet werden, die entweder mit einander wirken oder einander ersetzen. So z. B. wirken Säuren und Basen in Beziehung auf einander; aber sie wirken nicht in Gesellschaft mit Sauerstoff, Wasserstoff oder elementaren Substanzen. Es leidet indess wenig oder gar keinen Zweifel, daß wenn man die elektrischen Beziehungen der Körpertheilchen genau untersuchte, diese Einteilung gemacht werden müßte. Die einfachen Substanzen, nebst Cyan und Schwefelcyan, und einem oder zwei anderen zusammengesetzten Körpern werden wahrscheinlich die erste Gruppe bilden, so wie die Säuren und Basen, nebst solchen analogen Verbindungen, die sich als *Ionen* erweisen, die zweite Gruppe. Ob diese alle *Ionen* einschließen werde, oder, ob eine dritte Klasse von verwickelteren Resultaten erforderlich sey, müssen künftige Untersuchungen entscheiden.

849) Alle unsere jetzigen elementaren Körper sind *wahrscheinlich Ionen*, aber gewiss ist es noch nicht. Von einigen ist es wünschenswerth, bald möglichst entschieden zu sehen, ob sie ein Recht auf den Titel eines Ions haben; solche sind: Kohle, Phosphor, Stickstoff, Kiesel, Bor, Aluminium. Es giebt auch einige zusammengesetzte Körper, namentlich die Thonerde und die Kieselerde, von denen zu wünschen wäre, daß ihnen baldigst durch unzweifelhafte Versuche ihre Klasse angewiesen würde. Es ist auch *möglich*, daß alle verbindbaren Körper, zusammengesetzte wie einfache, in die Klasse der *Ionen* gehören; doch scheint es mir für jetzt nicht wahrscheinlich. Die experimentellen Beweise, welche ich besitze, sind noch so gering im Vergleich mit denen, welche in Bezug auf diesen Punkt gesammelt werden müssen, daß ich fürchte, eine entschiedene Meinung hierüber auszusprechen.

850) Ich glaube mich nicht zu täuschen, wenn ich die Lehre von der bestimmten elektro-chemischen Action für äußerst wichtig halte. Durch ihre Thatsachen berührt sie, unmittelbarer und inniger als es irgend eine frühere Thatsache oder eine Reihe von Thatsachen gethan, die schöne Idee, daß die gewöhnliche chemische Verwandtschaft eine bloße Folge sey der elektrischen Anziehungen zwischen den Theilchen verschiedenartiger Substanzen; und wahrscheinlich wird sie uns zu Mitteln führen, durch welche wir im Stande sind, das, was gegenwärtig dunkel ist, aufzuklären, und entweder die Wahrheit dieser Idee vollständig zu erweisen, oder das, was etwa ihre Stelle einnehmen könnte, aus einander zu setzen.

851) Ein sehr großer Nutzen der elektro-chemischen Aequivalente wird der seyn, mittelst ihrer in zweifelhaften Fällen zu entscheiden, welches das wahre chemische Aequivalent oder bestimmte Proportional oder Atomengewicht eines Körpers sey. Denn ich habe eine solche Ueberzeugung, daß es die nämliche Kraft sey, welche die elektro-chemische Zersetzung und die gemeine chemische

Anziehung beherrscht, bin so überzeugt von den überwältigenden Einfluß derjenigen Naturgesetze, welche die erstere bestimmt machen, daß ich keinen Anstand nehme zu glauben, auch die letztere sey ihnen unterthan. Ist aber dieß der Fall, so kann ich nicht zweifeln, daß, bei Annahme von Wasserstoff $\equiv 1$, und mit Vernachlässigung kleiner Brüche behufs der Einfachheit der Zahlen, das Äquivalent oder das Atomgewicht des Sauerstoffs sey 8, des Chlors 36, des Broms 78,4, des Bleis 103,5, des Zinns 59 u. s. w., ungeachtet eine sehr hohe Autorität mehre dieser Zahlen in Zweifel zieht.

H. Von der absoluten Elektrizitätsmenge, die den Theilchen oder Atomen der Materie beigelegt ist.

852) Die Theorie der festen elektrolytischen oder elektro-chemischen Action berührt, wie mir scheint, unmittelbar die Frage von der *absoluten Quantität* der den verschiedenen Körpern angehörigen Elektrizität oder elektrischen Kraft. Vielleicht ist es unmöglich über diesen Punkt zu sprechen, ohne nicht den gegenwärtigen Bereich der Thatsachen zu überschreiten, und doch ist es eben so unmöglich, ja vielleicht selbst unpolitisch, diesen Gegenstand nicht zu erörtern. Freilich wissen wir nichts von dem was ein Atom ist, aber wir können doch nicht umhin uns darunter ein kleines Theilchen zu denken, welches dasselbe in der Idee vorstellt; und wiewohl wir uns in eben so großer, wenn nicht gar in größerer Unwissenheit hinsichtlich der Elektrizität befinden, so daß wir nicht sagen können, ob sie eine besondere Materie sey, oder ob sie aus mehreren Materien bestehe, ob sie eine bloße Bewegung der gewöhnlichen Materie sey oder eine dritte Art von Kraft oder Agens — so giebt es doch eine unermessliche Zahl von Thatsachen, welche uns zu dem Glauben berechtigt, die Atome der Materie seyen begabt oder vergesellschaftet mit elektrischen Kräften, welchen sie ihre hauptsächlichsten Eigenschaften verdanken,

und unter diesen auch ihre gegenseitige Verwandtschaft. Seitdem wir, durch Dalton's Lehre, wissen, daß die chemischen Kräfte, unter wie verschiedenartigen Umständen sie auch sich äußern, bestimmt sind für jeden Körper, wissen wir auch den in solchen Körpern vorhandenen relativen Kraftgrad zu schätzen, und wenn zu dieser Kenntniß noch die Thatsache kommt, daß die Elektrizität, welche wir für fähig halten, *unter Beibehaltung ihrer chemischen Kraft*, ihren Wohnsitz für eine Weile zu verlassen und von Ort zu Ort zu wandern, gemessen werden kann, und sie, so gemessen, sich *eben so bestimmt in ihrer Wirkung* erweist als irgend eine jener Portionen, welche mit den Theilchen der Materie verknüpft bleiben und diesen ihr *chemisches Verhalten* ertheilen — so scheinen wir das Glied gefunden zu haben, welches den frei gewordenen Elektrizitätsantheil verknüpft mit jenem, der den Körpertheilchen in ihrem natürlichen Zustande angehört.

853) Nun ist es wundervoll zu beobachten, wie klein die Menge eines zusammengesetzten Körpers ist, welche durch eine gewisse Portion Elektrizität zersetzt wird. Betrachten wir beispielshalber diese und einige andere Punkte bei dem Wasser. *Ein Gran* Wasser, das zur besseren Leitung angesäuert worden ist, erfordert zu seiner Zersetzung einen elektrischen Strom von 3,75 Minuten Dauer, und dieser muß stark genug seyn, um einen Platindraht von $7\frac{1}{2}$ Z. Dicke ¹⁾ während dieser ganzen Zeit in Berührung mit

- 1) Ich habe die Länge des angewandten Drahts nicht angegeben, weil ich durch Versuche finde, wie es sich auch theoretisch erwarten ließe, daß sie gleichgültig dabei ist. Dieselbe Elektrizitätsmenge, welche eine gegebene Zeit lang durchgeleitet, ein Zoll langes Stück Platindraht von gewisser Dicke rothglühend machen kann, ist auch im Stande 100 oder 1000 Zoll oder jede Länge desselben Drahts auf denselben Grad zu erhitzen, vorausgesetzt nur, daß in beiden Fällen die abkühlenden Ursachen an jeder Stelle gleich seyen. Ich habe dieß durch das Volta-Elektrometer erwiesen. Ich habe auch gefunden, daß, es mochten ein Zoll oder

der Luft rothglühend zu erhalten, und einen sehr hellen und anhaltenden Lichtstrom zu geben, wenn er irgendwo durch Kohlenspitzen unterbrochen wird. Erwägt man die instantane Entladung der Spannungs-Elektricität, wie sie durch die schönen Versuche von Hrn. Wheatstone erläutert wird ¹⁾, und erinnert sich dessen, was ich frül-

acht Zoll Platindraht in einer constanten dunkeln Rothglühhitze erhalten werden, dennoch in beiden Fällen gleiche Mengen Wassers zersetzt wurden. Wenn ein $\frac{1}{2}$ Zoll langes Drahtstück angewandt wurde, kam es bloß in der Mitte zum Glühen. Ein dünner Draht kann selbst als ein zwar roher, aber leichter Regulator des elektrischen Stroms benutzt werden; denn wenn man ihn mit in die Kette bringt und man die mit ihm verbundenen dickeren Drähte näher zusammen oder weiter aus einander schiebt, so daß das Drahtstück in der Kette nahe in derselben Temperatur erhalten wird, so ist der durchgehende Strom von nahe gleicher Stärke.

- 1) *Literary Gazette*, 1. u. 8. März 1833. — *Philosoph. Magaz.* Vol. III (1833) p. 204. *L'Institut*, 1833, p. 261. — [Am letztgenannten Ort wird über die Versuche des Hrn. Wheatstone folgende Auskunft gegeben. — Zu den übrigen (der Versammlung britischer Naturforscher zu Cambridge gemachten) Mittheilungen über das Licht gehören noch die sehr sonderbaren Versuche des Hrn. Wheatstone, welche vornehmlich zum Zweck haben, auszumitteln, ob das Erscheinen eines Lichts instantan (dauerlos) sey oder eine angebbare Dauer habe, und, wenn letzteres der Fall ist, diese Dauer zu messen. Um z. B. zu erfahren, ob der elektrische Funke eine meßbare Dauer habe, theilt Hr. Wheatstone eine Pappscheibe in mehre abwechselnd schwarze und weiße Sectoren, und läßt sie dann in ihrer eigenen Ebene um eine durch ihren Mittelpunkt gehende feste Axe umlaufen. Man weiß, daß die rotirende Scheibe alsdann, vermöge der Dauer der von dem Licht auf die Netzhaut gemachten Eindrücke, graulich erscheint. Wenn man nun die Scheibe in einem vollkommen dunkeln Zimmer in Rotation versetzt und sie plötzlich durch einen elektrischen Funken oder durch die Entladung einer Leidner Flasche beleuchtet, so unterscheidet man sehr deutlich die weißen und schwarzen Sectoren, gleich als wenn die Scheibe vollkommen unbeweglich wäre, ungeachtet der schnellen Rotation, in die man sie versetzt hat. Man muß daraus schließen, daß die Scheibe nur während eines unendlich

her über die Beziehung zwischen der gemeinen und voltaischen Elektricität aus einander gesetzt habe (371. 375), so ist es nicht zu viel gesagt, daß diese erfordert werdende Elektricitätsmenge gleich ist einem sehr kräftigen Blitz (*flash of Lightning*). Und doch haben wir sie völlig in unserer Hand, können sie direct entwickeln und nach Belieben anwenden; und wenn sie das Werk der Elektrolysirung vollständig ausgeführt hat, hat sie nur die Elemente eines einzigen Gran Wassers getrennt.

854) Andererseits ist der Zusammenhang zwischen Elektricitätsleitung und Wasserzersetzung so innig, daß die eine nicht ohne die andere stattfinden kann. Wird dem Wasser nur die geringe Veränderung ertheilt, welche zwischen ihm im starren und flüssigen Zustande besteht, so ist die Leitung vernichtet und damit auch die Zersetzung. Man mag die Leitung als von der Zersetzung abhängig betrachten oder nicht (413. 703), so ist doch die Beziehung zwischen den beiden Functionen gleich innig und unzertrennlich.

855) Erwägt man diese innige und doppelte Beziehung, nämlich, daß ohne Zersetzung keine Durchleitung der Elektricität stattfindet, und daß für eine gegebene bestimmte Menge durchgegangener Elektricität eine eben so bestimmte und feste Menge Wassers oder anderer Sub-

kurzen Augenblicks beleuchtet ward, wiewohl der Eindruck auf die Netzhaut so lebhaft war, und so lange anhielt, daß ein sehr deutliches Bild von der Scheibe mit allen ihren Abtheilungen zu Stande kam. Man sieht ein, daß, wenn der elektrische Funke eine meßbare Dauer hätte, man die Scheibe in mehreren successiven Stellungen erblickt haben würde, und man dann unmöglich ein deutliches Bild von den verschiedenen Sectors, in die ihre Oberfläche getheilt war, hätte erhalten können.

In der citirten Stelle des *Phil. Magazine's* verspricht übrigens Hr. Wheatstone der K. Gesellschaft in London die baldigste Mittheilung eines neuen optischen Mittels zur Messung rascher Bewegungen, kleiner Zeitintervalle und schwacher Lichtintensitäten. Es ist indess, so viel ich weiß, bis jetzt noch nichts Ausführliches darüber zur allgemeinen Kenntniß gebracht. P.]

stanz zersetzt wird; erwägt man ferner, daß das Agens Elektricität einfach angewandt wird, um die elektrischen Kräfte, welche in dem seiner Einwirkung unterworfenen Körper vorhanden sind, zu überwinden, so erscheint es als eine wahrscheinliche und fast natürliche Folgerung, daß die durchgeleitete Elektricitätsmenge das *Aequivalent* von der der getrennten Theilchen und deshalb ihr gleich sey, d. h. wenn die elektrische Kraft, welche die Elemente von einem Gran Wasser in Verbindung erhält, oder welche ein Gran Sauerstoff und Wasserstoff, die in richtigem Verhältnisse stehen, zu Wasser vereinigt, in den Zustand eines *Stroms* versetzt werden könnte, so würde dieser genau dem Strome gleich seyn, welcher zur Zersetzung jenes Grans Wasser erforderlich wäre.

(856) Diese Ansicht von dem Gegenstand giebt eine fast erdrückende Idee von der außerordentlichen Menge oder dem außerordentlichen Grade elektrischer Kraft, welche den Körpertheilchen im natürlichen Zustande angehört; allein sie ist nicht im Geringsten unvereinbar mit den Thatsachen, welche zur Stütze dieses Punktes beigebracht werden können. Um dieß zu erläutern muß ich einige Worte über die voltasche Säule sagen¹⁾).

(857) Da ich beabsichtige, die in der gegenwärtigen und den früheren Reihen dieser Untersuchungen mitgetheilten Resultate späterhin zu einer näheren Ausmittlung der Quelle der Elektricität des voltaschen Instrumentes anzuwenden, so habe ich mich jeder entschiedenen Meinung über diesen Gegenstand enthalten; und ohne läugnen zu wollen, daß der metallische Contact oder der Con-

1) Unter voltascher Säule verstehe ich solchen Apparat oder solche Anordnung von Metallen, als man seither mit diesem Namen belegt hat, und wobei Wasser, Salzlösung, Säuren, oder andere wässrige Lösungen oder zersetzbare Substanzen (476) zwischen den Platten befindlich sind. Andere Arten elektrischer Apparate mögen künftig erfunden werden, und ich hoffe einen zu construiren, der nicht zur Klasse der von Volta erfundenen gehört.

tact verschiedenartiger, zwar leitender, aber nicht metallischer Substanzen, etwas mit der Entstehung des Stroms zu schaffen hätte, bin ich doch vollkommen der Meinung Davy's, daß dieser Strom wenigstens durch chemische Action unterhalten werde, und daß das, was den Strom constituirte, fast ganz aus dieser Action entspringt.

858) Diejenigen Körper, welche, zwischen die Metallplatten einer voltaschen Säule gebracht, diese wirksam machen, sind *sämmtlich Elektrolyte* (476). Ich kann nicht umhin, Jeden, der sich mit diesem Gegenstand beschäftigt, dringend aufmerksam zu machen, daß in jenen (für die Säule so wesentlichen) Körpern Zersetzung und Durchleitung des Stroms so innig zusammenhängen, daß die eine nicht ohne die andere eintreten kann. Dies habe ich beim Wasser und in vielen anderen Fällen zum Ueberflusse gezeigt (402. 476). Wenn also die Enden eines Trogapparats mit einem zersetzbaren Körper, als Wasser, verbunden sind, haben wir durch diesen Apparat einen continuirlichen Strom, und während er in diesem Zustand ist, kann man den Theil, wo die Säure die Platten angreift, und den, wo der Strom auf das Wasser einwirkt, als wechselseitige Dinge betrachten. In beiden Theilen haben wir die zwei in *Körpern, wie diese, unzertrennlichen* Erscheinungen, nämlich den Durchgang des Stroms und die Zersetzung. Und dies gilt sowohl für die Zellen in der Batterie als für die Wasser-Zelle; denn bis jetzt ist noch keine voltasche Batterie erbaut worden, in welcher die chemische Action auf die einer Verbindung beschränkt gewesen wäre; immer ist eine Zersetzung eingeschlossen, und sie ist, glaube ich, ein wesentlicher chemischer Theil.

859) Der Unterschied zwischen den beiden Theilen der geschlossenen Batterie, nämlich zwischen der Zersetzungs- oder Experimentir-Zelle und den erregenden Zellen, ist einfach dieser. In der ersteren treiben wir

den Strom durch, allein er ist, wie es scheint, nothwendig mit einer Zersetzung begleitet; in den letzteren veranlassen wir Zersetzungen durch gewöhnliche chemische Actionen (welche ihrerseits jedoch elektrisch sind), und in Folge deß haben wir einen elektrischen Strom. Und da in der ersten die vom Strom abhängende Zersetzung bestimmt ist, so ist in den letzteren der mit der Zersetzung vergesellschaftete Strom auch bestimmt (862 ff.).

860) Wenden wir dies an zur Stütze dessen, was ich hinsichtlich der ungeheuren elektrischen Kraft eines jeden Theilchens oder Atoms der Materie vermuthet habe (856). In einer früheren Reihe dieser Untersuchungen, bei der Maafsbeziehung zwischen gemeiner und voltaischer Elektricität, habe ich gezeigt, daß zwei Drähte, einer von Platin und der andere von Zink, jeder $\frac{1}{18}$ Zoll dick, und $\frac{1}{6}$ Zoll von einander entfernt, eingetaucht bis zu einer Tiefe von $\frac{3}{4}$ Zoll in eine Säure, bestehend aus einem Tropfen Vitriolöl und vier Unzen destillirten Wassers von etwa 60° F., und verbunden an ihren anderen Enden durch einen Kupferdraht von achtzehn Fuß Länge und $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke, in etwas mehr als drei Secunden Zeit eben so viel Elektricität liefern als eine Leidner Batterie, die durch dreißig Umdrehungen einer sehr grossen und kräftigen Scheiben-Maschine geladen worden ist (371). Diese Menge, welche zur Tödtung einer Ratte oder Katze, hinreichend gewesen seyn würde, wenn sie als Blitz auf einmal durch den Kopf derselben gegangen wäre, wurde durch die gegenseitige Action eines so kleinen Stückes Zinkdraht und des umgebenden Wassers entwickelt, daß der Gewichtsverlust, den beide erlitten, mit unsern empfindlichsten Instrumenten unwägbare seyn würde. Namentlich mußte die Menge des Wassers, welches durch jenen Strom zersetzt worden war, unmerklich seyn, denn während jener drei Secunden erschien auf dem Platin kein Wasserstoff.

861) Welch ungeheure Menge von Elektricität ist